

Double layer light-conducting microstructure mfr.

Publication number: DE19612576

Publication date: 1996-10-02

Inventor: MUELLER CLAAS (DE); RUPRECHT ROBERT (DE)

Applicant: KARLSRUHE FORSCHZENT (DE)

Classification:

- International: G02B6/13; B29C33/38; B29C43/20; B29C43/36; B29C51/08; B29D11/00; G02B6/122; B29C51/14; B29K33/04; B29L11/00; G02B6/13; B29C33/38; B29C43/20; B29C43/36; B29C51/08; B29D11/00; G02B6/122; B29C51/14; (IPC1-7): B29C51/14; B29D11/00; G02B6/10

- European: B29C51/08B2; B29D11/00C6; G02B6/122C

Application number: DE19961012576 19960329

Priority number(s): DE19961012576 19960329; DE19951011862 19950331

Also published as:

WO9630184 (A1)
WO9630184 (A1)
EP0817713 (A1)
EP0817713 (A1)
EP0817713 (A0)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19612576

In a process for mfg. a structure with a core layer and one or more facing layers (40), the layers are fused together in a mould cavity. The mould is claimed and comprises a micro-structured die (10) and a single or multilayer punch (20). Also claimed are process for mfr. of optical microstructures for (a) multimode uses with fibres of given dia. and (b) any optical fibre. For multimode uses core and facing (40) layer thicknesses and tool cavity depth are specified and for any fibre core layer, thickness is similar to the fibre core dia. and the height of the structured part of the moulded facing layer equals the cover thickness of the optical fibre.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift

(10) DE 196 12 576 A1

(51) Int. Cl. 6:

B 29 C 51/14

G 02 B 6/10

B 29 D 11/00

(30) Innere Priorität: (32) (33) (31)

31.03.95 DE 195118626

(71) Anmelder:

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 76133
Karlsruhe, DE

(74) Vertreter:

A. Jeck & H.-J. Fleck, 71701 Schwieberdingen

(72) Erfinder:

Müller, Claas, 76351 Linkenheim-Hochstetten, DE;
Ruprecht, Robert, 75045 Walzbachtal, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von zweischichtigen, lichtleitenden Mikrostrukturen durch
Abformtechnik(57) Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren zum
Herstellen von einer mindestens zwei Schichten aufweisenden
Struktur mit mindestens einer Kernschicht und minde-
stens einer Mantelschicht. Mittels eines Werkzeuges, beste-
hend aus einer mindestens ein Formnest aufweisenden
harten Matrize und einem mindestens einschichtigen, wei-
chen Stempel, wird die Kernschicht in das Formnest einge-
bracht und mit der Mantelschicht verbunden.

DE 196 12 576 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08.96 602 040/770

10/26

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 23 zur Herstellung von zweischichtigen lichtleitenden Mikrostrukturen durch Abformtechnik.

Mit zunehmendem Fortschritt der Mikrosystemtechnik besteht ein steigender Bedarf an lichtleitenden optischen Mikrostrukturen. Lichtleitende Mikrostrukturen, insbesondere lichtleitende LIGA-Mikrostrukturen, wurden bisher durch lithographische Verfahren hergestellt.

Bekannt sind lichtleitende Mikrostrukturen, hergestellt durch röntgentiefenlithographische Strukturierung eines dreischichtigen Resistsystems. Dazu wird ein Dreischichtsystem, bestehend aus Mantel-, Kern- und Mantelschicht, verschweißt und anschließend durch Röntgentiefenlithographie strukturiert (C. Müller, J. Mohr: A Microspectrometer Fabricated by the LIGA Process; Interdisciplinary Science Review, Vol. 18, No. 3, 1993). Ferner ist in der Veröffentlichung von J. Göttert, J. Mohr, C. Müller, Examples and Potential Applications of LIGA Components in Micro-Optics, B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1993, insbesondere auf S. 222, eine Abformtechnik von LIGA-Mikrostrukturen beschrieben, wobei ein einschichtiges Material verwendet wird. Schließlich ist dort auf S. 227 ein Verfahren zur Herstellung von lichtleitenden Mikrostrukturen gezeigt und beschrieben, die aus einem dreischichtigen Aufbau bestehen und durch parallele Röntgenstrahlung, wie sie an einem Synchrotron erzeugt wird, strukturiert werden.

Andere Herstellungsverfahren für Spektrometerbausteine (als Beispiel für eine lichtleitende Mikrostruktur) sind durch die Fertigung in Hybridtechnik mit großem Aufwand an Aufbau- und Verbindungstechnik sowie Justieraufwand der Einzelkomponenten zueinander (Gitter, Führungsschächte für Einkoppelfaser und Diodenzeile) verbunden, damit auch personalintensiv in der Herstellung und somit teuer.

Die Herstellung von lichtleitenden Mikrostrukturen, beispielsweise Gitterspektrometerbausteinen durch Röntgentiefenlithographie (RTL), ist mit erheblichen Kosten durch die Investition einer Röntgenquelle verbunden. Auch die Herstellungszeit für einen Gitterspektrometer ist bei RTL länger als beim Abformen.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, hier Abhilfe zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das in Anspruch 1 beschriebene Verfahren und die in Anspruch 23 beschriebene Vorrichtung gelöst.

Die Lichtleitung erfolgt in der Kernschicht durch Totalreflexion des Lichtes an der Grenzschicht zwischen Kern- und Mantelschicht (B. Anderer, W. Ehrfeld, Grundlagen für die röntgentiefenlithographische Herstellung eines planaren Wellenlängen-Demultiplexers mit selbstfokusierendem Reflexionsgitter, März 1990, Kernforschungszentrum Karlsruhe, KfK-Bericht 4702). Die Kernschicht aus Kunststoff ist von einer Mantelschicht mit kleinerem Brechungsindex, die aus Kunststoff bzw. Luft besteht, umgeben. Durch das vorgeschlagene Verfahren wird erreicht, daß lichtleitende Mikrostrukturen im Zweischichtaufbau kostengünstiger aus einer mikrostrukturierten Kernschicht auf einer Mantelschicht, die teilweise strukturiert sein kann, gefertigt werden können. Als Deckschicht dient Luft. Statt Luft kann bei optischen Bauteilen ohne Gehäuse zum Schutz vor Umwelteinflüssen eine weitere Schicht als Deckschicht aufgebracht werden. Das vorgeschlagene Ver-

fahren kann unterschiedlich ausgeführt werden. Diese Ausführungen werden im folgenden Zweischittwärmmumformen, Zweischichtwärmmumformen und Reaktionsguß bezeichnet.

5 Beim Zweischittwärmmumformen wird zuerst eine Kernschicht durch Vakuumwärmmumformen mit Hilfe eines Stempels mikrostrukturiert. Dabei wird die zunächst unstrukturierte Kernschicht entweder in der gewünschten Dicke oder entsprechend der Füllmenge, die 10 in das vorgesehene Formnest des Abformwerkzeuges paßt, vorgelegt. Nach dem Vakuumwärmmumformen der Kernschicht wird die Mantelschicht an die Kernschicht angeschweißt, indem die Kunststoffe von Kern- und Mantelschicht auf eine Temperatur in der Nähe der 15 Übergangstemperatur (bei amorphen Polymeren = Glasübergangstemperatur) erwärmt und zusammengepreßt werden.

Bei Zweischichtwärmmumformen wird zunächst ein Schichtverbund aus Kern- und Mantelschicht als unstrukturierter Folienstapel hergestellt, danach erfolgt 20 das Einstellen der gewünschten Foliendicke und anschließendes Verschweißen der Folien. Schließlich wird der Folienstapel in einer Vakuumwärmmumformmaschine so strukturiert, daß zumindest die Kernschicht die gewünschte Mikrostruktur trägt. Das Verschweißen der Mantelschicht mit der Kernschicht kann auch erst während des Wärmmumformens erfolgen.

Bei Reaktionsguß wird die Kernschicht durch Polymerisation eines Monomer-Polymergemisches im 30 Formnest hergestellt. Dadurch wird eine vollständige Füllung des Formnestes erreicht. Anschließend erfolgt das Verschweißen der Kernschicht mit der Mantelschicht.

Eine weitere Alternative im Herstellungsprozeß ist 35 die Verbindung der Mantelschicht mit der Kernschicht nicht durch Verschweißen, sondern durch einen Reaktionsguß der Mantelschicht direkt auf der Kernschicht (unstrukturiert oder strukturiert) zu realisieren. Im Falle von PMMA (Polymethylmethacrylat) als Mantelschicht 40 und PMMA-Copolymer als Kernschicht erfolgt jedoch während der Polymerisation der Mantelschicht auf der Kernschicht ein Eindiffundieren von Monomer des Mantelmaterials in die Kernschicht, so daß sich an der Grenzschicht die optischen und mechanischen Eigenschaften der Kernschicht ändern. Dies hat beispielsweise eine Spannungsrißbildung in der Kernschicht zur Folge, die die optischen Mikrostrukturen unbrauchbar macht. Somit ist eine Polymerisation der Mantelschicht auf die Kernschicht nur dann möglich, wenn Materialpaarungen verwendet werden, die ein Eindiffundieren 45 von Mantelmaterial unter Beeinträchtigung des Kernmaterials verhindern. Weitere mögliche Werkstoffe sind grundsätzlich alle transparenten Kunststoffe, insbesondere Polycarbonate (PC) und deren Copolymeren sowie 50 Copolymer der Prolyolefine (COC).

Weitere zweckmäßige und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der 55 Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung bestehend aus einer Matrize mit Zubehör,

Fig. 2 eine Vorrichtung mit einer Matrize, einem 60 Stempel und einer dazwischen eingelegten Kernschicht,

Fig. 3 den Zustand der Kernschicht nach dem Wärmmumformen,

Fig. 4 die in den Formnestern eingebrachte Kern-

schicht sowie die Matrize und den Stempel, zwischen die die Mantelschicht eingelegt ist,

Fig. 5 den Verfahrenszustand nach dem Verschweißen der Mantelschicht auf die Kernschicht und

Fig. 6 eine lichtleitende Struktur nach dem Abformen.

Anhand der Fig. 1 bis 6 werde das Verfahren und die Vorrichtung genauer erläutert. Als Beispiel für eine lichtleitende Mikrostruktur wurde ein Gitterspektrometerbaustein ausgewählt, der mit LIGA-Formeinsätzen als Matrizen 10 abgeformt wird.

Zunächst werden die Kernschicht 30 und Mantelschicht 40 getrennt als Folie polymerisiert bzw. Folien geprägt oder aus Granulat extrudiert und spritzgegossen. Zur Vorbereitung der Abformung werden die Folien 30 und 40 auf ihre Sollmaße bearbeitet. Für die Herstellung eines Gitterspektrometerbausteins beträgt die Dicke der Kernschicht 30 vor der Abformung 5 bis 2000 µm und die Dicke der Mantelschicht 40 von 7 bis 5000 µm. Zur Ankopplung des Gitterspektrometerbausteins an Multimodefasern sind Kernschichtdicken von 50 bis 110 µm, vorzugsweise 80 µm, und Mantelschichtdicken, vorzugsweise 400 bis 1000 µm, einzustellen. Die Kernschicht 30 besteht aus PMMA (Polymethylmethacrylat), die aus MMA und einem Initiator hergestellt wird. Die Mantelschicht 40 besteht aus 70–80% MMA mit 20–30% TFPMA-Copolymer, ein fluoriertes Copolymer des PMMA, und einem Initiator. Der Initiator sorgt für die Polymerisation des Materials. Grundsätzlich können für die Kernschicht 30 und Mantelschicht 40 auch andere Materialien eingesetzt werden, beispielsweise transparente Kunststoffe, insbesondere Polycarbonate (PC) oder Copolymere oder Copolymere der Polyolefine (COC), es muß jedoch ein Unterschied im Brechungsindex zwischen der Kernschicht 30, bzw. geprägte Kernschicht 35 und der Mantelschicht 40, bzw. geprägten Mantelschicht 45 bestehen, daß sich beim Fügen eine Grenzschicht 50 ausbildet, an der das Licht, das in der geprägten Kernschicht 35 mit höherem Brechungsindex geführt wird, reflektiert wird. Für die Kernschicht 30 bzw. geprägten Kernschicht 35 ergibt sich ein Brechungsindex von $n = 1,49$ bei einer Wellenlänge von 590 nm, für die Mantelschicht 40, bzw. geprägten Mantelschicht 45 ein $n = 1,467$. Nach der Folienbearbeitung durch Polierfräsen bzw. Warmprägen wird die Kernschicht 30 durch Vakuumwarmumformen mikrostrukturiert. Zum Vakuumwarmumformen werden eine Vorrichtung, bestehend aus mindestens einer Matrize 10, die Mikrostrukturen aufweist, und einem Stempel 20, der Mikrostrukturen aufweisen kann, verwendet. Die Matrize 10 wird häufig auch als Werkzeugplatte mit Formeinsätzen 10 ausgeführt. Im Falle eines Gitterspektrometerbausteins werden harte Matrizen 10 bzw. Formeinsätze 10 aus Nickel oder Nickellegierungen, die beispielsweise galvanisch hergestellt wurden, verwendet.

Die Härte der Nickelformeinsätze weist mindestens 200 HV (0,1), die Härte vor der ersten Abformung bei Nickel 350 HV (0,1) bei Nickellegierungen mindestens 400 HV (0,1) auf. Diese Matrizen 10 bzw. Formeinsätze 10 werden durch das LIGA-Verfahren hergestellt. Es sind jedoch auch mechanisch gefertigte Formeinsätze aus Messing oder Aluminiumlegierungen einsetzbar. Die Formeinsätze 10 weisen ein oder mehrere Formnest 15 auf, die vorteilhaft scharfe Kanten zur Formeinsatzstirnfläche aufweisen. Die Ebenheit der Formeinsätze ist besser als 50 µm Wölbung.

Als Stempel 20 wurden bevorzugt weiche Stempel 20 eingesetzt, die aus weichgeglühtem Aluminium oder

Aluminiumlegierungen bestehen und eine Vickershärte von 15 bis 45 HV (0,1) aufweisen. Ebenfalls eignen sich Stempel 20 aus Elastomer, beispielsweise EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Elastomer) und weiche Stempel 20 aus Silikon, Kautschuk oder Silikon-Kautschuk. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Stempels 20 ist die Verwendung einer Polyimidfolie (Kapton) oder Folie aus Fluorkunststoffen als Ersatz oder zusätzliche Deckschicht bzw. Beschichtung zu den aufgeführten Stempelmaterialien. Somit ergibt sich, abhängig von der abzuformenden Struktur, ein Stempel bestehend aus einem Elastomer oder aus einem Stapelaufbau, der unten mit einem Metallstempel beginnt, dann beispielsweise eine obere Platte 21 aus einer Aluminiumlegierung oder Silikonkautschuk folgt und schließlich die Stempeloberfläche 25 mit einer Polyimidfolie oder Teflonbeschichtung abschließt. Als Ersatz für den Silikonkautschuk ist bei bestimmten Strukturen eine obere Platte 21 aus Silikon, Kautschuk oder EPDM-Elastomer einsetzbar. Entscheidend für die Strukturierung von Kern- und Mantelschicht ist jedoch, daß sie mit den Folien und Beschichtungen aus Polyimiden oder Fluorkunststoffen keine Verbindung eingehen. Damit im Falle eines metallischen Stempels die Kanten am Formeinsatz nicht frühzeitig stumpf werden, sollte die Dicke der Folie bzw. der Beschichtung dicker sein als die Differenz zwischen Tiefe des Formnestes 15 und der geprägten Kernschichtdicke 35.

In einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens, dem Zweischichtwarmumformen, bei dem die Kern- und Mantelschichten bereits gefügt sind oder nur lose aufeinander liegen, ist die Mantelschicht 40 identisch mit dem Stempel 20 für die Warmumformung der Kernschicht 30. Hier wird keine Folie oder Beschichtung auf die Mantelschicht 40 als Stempel 20 aufgebracht, damit die Mantelschicht 40 sich spätestens beim Umformen mit der Kernschicht 30 verbindet.

Die Umformung der Kernschicht 30 aus PMMA wird mit Umformkräften zwischen 5 und 100 kN bei Umformtemperaturen zwischen 105 und 260°C durchgeführt. Für den Spektrometerbaustein beträgt die optimale Umformkraft 45 kN bei 176°C, ist jedoch maschinenabhängig. Besonders gute Ergebnisse zur Formfüllung erhält man beim Umformen unter Vakuum. Bei diesen Prozeßparametern wird mit Hilfe eines weichen Stempels 20, der beim Warmumformen gegen die Formeinsatzstirnfläche gedrückt wird, die Kernschicht in die Formnest 15 geprägt und eine minimale Restschichtdicke erreicht, die als unstrukturierte Schicht in einer Dicke von 0 bis ca. 50 µm an der Werkzeugstirnfläche verbleibt. Vorteilhaft ist der Einsatz eines weichgeglühten Reinaluminiumstempels 20 der Härte 30 HV (0,1) mit einer 75 µm dicken Kaptonfolie aus Polyimid (Kapton) als Stempeloberfläche 25 mit der Funktion einer Trennschicht. Werden die Umformparameter richtig gewählt, so ergibt sich an den Kanten der Formnest 15 eine geringe Restschichtdicke und damit geringe Lichtverluste beim Ankoppeln von Lichtleitfasern an die abgeformten optischen Mikrostrukturen. Insbesondere bei Mikrostrukturen mit vergleichsweise großen Formnestern wird eine Restschichtdicke von ca. 0 µm dadurch erreicht, daß die Kernschicht 30 in Form einer Unterteilung in Stücke mit ihrer Schichtdicke und lateralen Maßen an das Volumen der zu füllenden Formnest 15 des Formeinsatzes 10 angepaßt wird. Bei Mikrostrukturen allgemeiner Art wird eine geringe Restschichtdicke dadurch erreicht, daß die Dicke der Kernschicht 30 kleiner ist als die Tiefe der Formnest 15 im Formeinsatz 10.

Zur Anwendung sind denkbar Kernschicht und Formnesttiefe zwischen 5 und 200 μm bei Mantelschichtdicken von 7 bis 5000 μm . Für optische Mikrostrukturen für den Multimode-Einsatz haben sich Kernschichtdicken von 50 bis 100 μm , Formnesttiefe von 80 bis 120 μm und Mantelschichtdicken bis 490 μm bewährt.

Nach dem Warmumformen der Kernschicht 30 verbleibt die geprägte Kernschicht 35 zunächst in den Formnestern des Formeinsatzes und es wird die Mantelschicht 40 auf die geprägte Kernschicht 35 verschweißt. Das Verschweißen erfolgt ebenfalls unter Vakuum, wobei die geprägte Kernschicht 35 und Mantelschicht 40 bis auf eine Temperatur von 80 bis 230°C erwärmt und bei Umformkräften von 0,1 bis 50 kN verschweißt werden. Im Falle des Gitterspektrometers ist ein günstiger Parametersatz für das Verschweißen 138°C und 450 N. Anschließend wird der Gitterspektrometerbaustein im zweischichtigen Aufbau — bestehend aus einer geprägten Kernschicht 35 und einer geprägten Mantelschicht 45 — aus dem Formeinsatz 10 entfernt. Analog dazu können andere lichtleitende Mikrostrukturen abgeformt werden. Es müssen jedoch die Abform- und Verweißparameter an die jeweilige Geometrie der Mikrostruktur angepaßt werden.

Nach dem Warmumformen und Verscheißen liegt eine lichtleitende Struktur vor, die eine Stufe aufweist. Die Stufe wird erzeugt zwischen dem strukturierten Bereich und dem unstrukturierten Bereich. Im strukturierten Bereich befindet sich die Kernschicht und je nach Verfahrensdurchführung ggf. auch ein Teil der Mantelschicht. Die Höhe der Stufe wird entsprechend an das Maß des Innendurchmessers bzw. an das Maß aus der Summe des Innendurchmessers und der einfachen Wandstärke der Lichtleitfasern angepaßt. So mündet im besten Falle die Kernschicht in den Innendurchmesser (Kern) der Lichtleitfaser und der strukturierte Bereich von der Mantelschicht wird von der Wandstärke der Lichtleitfaser überdeckt. Damit dies gelingt, ist die Tiefe des Formnestes 15 kleiner oder gleich der geprägten Kernschicht 35.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer mindestens zwei Schichten aufweisendem Struktur mit mindestens einer Kernschicht (30) und mindestens einer Mantelschicht (40), dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Werkzeuges, bestehend aus einer mindestens ein Formnest (15) aufweisenden Matrize (10) und einem Stempel (20), die Kernschicht (30) in das Formnest (15) eingebracht und mit der Mantelschicht (40) verbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

a) daß zuerst eine Kernschicht (30) auf den Stempel (20) gelegt wird, daß daraufhin die Matrize (10), die Kernschicht (30) und der Stempel (20) auf ihre jeweilige, spezifische Umformtemperatur gebracht werden, daß im weiteren Schritt die Kernschicht (30) durch den Stempel (20) in das Formnest bzw. die Formnester (15) der Matrize (10) eingedrückt wird bzw. werden und hierbei der Stempel (20) so verformt wird, daß die Kernschicht (30) vollständig auf den Boden des Formnestes (15) gedrückt wird und dabei die Kernschicht (30) zur geprägten Kernschicht (35) strukturiert wird, daß daraufhin die Mantelschicht (40)

eingelegt wird und die geprägte Kernschicht (35), die Mantelschicht (40), die Matrize (10) und der Stempel (20) auf ihre jeweilige spezifische Verschweißtemperatur gebracht werden und daß schließlich die Schichten (35, 40) zusammengepreßt werden, so daß zumindest die geprägte Kernschicht (35) die Struktur als Abbild der Formnester (15) der Matrize (10) trägt, oder

b) daß ein Schichtverbund aus Kernschicht (30) und Mantelschicht (40) als unstrukturierter Schichtstapel (30, 40) hergestellt und dann der Schichtstapel (30, 40) mit Matrize (10) und Stempel (20) so strukturiert wird, wobei zumindest die geprägte Kernschicht (35) die gewünschte Struktur als Abbild der Formnester (15) der Matrize (10) trägt, oder

c) daß die geprägte Kernschicht (35) durch chemische Reaktion im Formnest hergestellt und anschließend das Verschweißen der geprägten Kernschicht (35) mit der Mantelschicht (40) so erfolgt, daß zumindest die geprägte Kernschicht (35) die gewünschte Struktur als Abbild der Formnester (15) der Matrize (10) trägt, oder

d) daß die geprägte Kernschicht (35) strukturiert wird und anschließend die Mantelschicht (40) durch chemische Reaktionen erzeugt und/oder auf die Kernschicht so aufgebracht wird, daß zumindest die geprägte Kernschicht (35) die gewünschte Struktur als Abbild der Formnester (15) der Matrize (10) trägt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mikrostruktur, insbesondere eine LIGA-Mikrostruktur, mit optischen bzw. lichtleitenden Eigenschaften im Vakuum hergestellt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Bauteilen für die Multimode-Technik bzw. Gitterspektrometerbausteine.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Struktur mit einer Schutzschicht oder einem Gehäuse versehen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Kernschicht (30) kleiner oder gleich ist als oder wie die Tiefe der Formnester (15).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen der Formnester (15) mindestens dem Volumen der Kernschicht (30) entspricht bzw. größer ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernschicht (30) in mindestens einem Stück in mindestens ein Formnest (15) eingebracht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernschicht (30) eine Dicke und die Formnester (15) eine Tiefe von 5 bis 2000 μm aufweisen, während die Mantelschicht (40) eine Dicke von 7 bis 5000 μm aufweist.

10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei optischen Mikrostrukturen

a) für Multimode-Anwendungen mit Multimodefasern mit ca. 125 μm Durchmesser die Kernschicht (30) eine Dicke von 50 bis 110 μm , die Formnester (15) eine Tiefe von 80 bis 120 μm und die Mantelschicht (40) eine Dicke

von 10 bis 490 μm aufweisen, bzw.

b) für beliebige optische Fasern die Dicke der geprägten Kernschicht (35) mit dem Kern-
durchmesser von optischen Fasern und die
Höhe des strukturierten Bereichs (41) der geprägten Mantelschicht (45) mit der Manteldicke
von optischen Fasern vergleichbar ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die Kernschicht (30)
bei einer Umformkraft von 5 bis 100 kN und Tem-
peraturen zwischen Glasübergangstemperatur und
maximaler Spritzgießtemperatur — für PMMA
zwischen 105 und 260 Grad Celsius — und die Man-
telschicht (40) bei einer Verschweißkraft von 0,1 bis
50 kN und Temperaturen zwischen Erweichungs-
temperatur und üblicher Spritzgießtemperatur —
bei PMMA-Copolymer zwischen 80 und 230°C —
umgeformt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß bei optischen Mikro-
strukturen für Multimode-Anwendung die Kern-
schicht (30) bei einer Umformkraft von 20 bis 100
kN und Temperaturen zwischen 160 und 180°C und
die Mantelschicht (40) bei einer Verschweißkraft
von 0,1 bis 20 kN und Temperaturen zwischen 130
und 150°C umgeformt werden.

13. Verwendung des Verfahrens nach einem der
Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß
die Kernschicht (30) aus PMMA (Polymethylme-
thacrylat) und die Mantelschicht (40) aus einem
fluorierten Copolymer, erzeugt aus 70 bis 80 %
MMA und 20 bis 30% TFPMA-Copolymer, herge-
stellt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß die Kernschicht (30)
und die Mantelschicht (40) aus transparenten
Kunststoffen, insbesondere Polycarbonaten und/
oder ihren Copolymeren und/oder den Copolymeren
der Polyolefine hergestellt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß die Matrize (10) aus
Nickel bzw. Nickellegierungen besteht, das/die ei-
ne Vickershärte von mindestens 200 HV (0,1) auf-
weist bzw. aufweisen.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die Matrize (10)
scharfe Kanten zu den Formnestern (15) aufweist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Stempel (20) oder
die obere Platte (21) des Stempels (20) aus weichge-
glühtem Aluminium bzw. Aluminiumlegierung ver-
wendet wird, das bzw. die eine Vickershärte 15 bis
45 HV (0,1) aufweist bzw. aufweisen.

18. Verfahren nach Ansprüche 1 bis 17, dadurch
gekennzeichnet, daß ein Stempel (20) oder seine
obere Platte (21) des Stempels aus Elastomer,
EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Elastomer), Silikon,
Kautschuk bzw. Silikonkautschuk verwendet
wird, der/die sich mit der geprägten Kern- und
Mantelschicht (35, 45) nicht verbindet.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Stempel (20) oder
eine obere Platte (21) des Stempels (20) (bzw. eine
Stempeloberfläche (25) auf dem Stempel) aus Poly-
imid oder einem Fluorkunststoff (bzw. Polyimid-
oder Fluorkunststofffolie oder -beschichtung) ver-
wendet wird, der/die sich mit der Kern- und Man-
telschicht nicht verbindet.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (20) oder
die obere Platte (21) des Stempels zur Umformung
der Kernschicht eine Schicht aus Mantelmaterial ist
und zur Umformung der Mantelschicht (40) der un-
teren Teile (22) des Stempels aus einem anderen
Material verwendet wird, so daß sich beim Umfor-
men die Mantelschicht (40) mit der geprägten
Kernschicht (35) verbindet.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Stufe (70) gebil-
det wird, durch die geprägte Kernschicht (35) bzw.
die geprägte Kernschicht (35) und Teile der Man-
telschicht (41) einerseits und durch die geprägte
Mantelschicht (45) bzw. den Rest (42) der Mantel-
schicht andererseits, deren Stufenhöhe größer oder
gleich ist als der Dicke der geprägten Kernschicht
(35) bzw. deren Stufenhöhe der Summe aus Innen-
durchmesser plus einfache Wandstärke einer Licht-
leitfaser entspricht, so daß auf die Stufe (70) der
geprägten Mantelschicht (45 bzw. 42) mindestens
eine optische Faser angekoppelt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, daß als Stempel (20) zur
Umformung der Mantelschicht (40) ein Material
verwendet wird, das sich mit der geprägten Mantel-
schicht (45) verbindet und somit ein Substrat für die
lichtleitende Struktur bildet.

23. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens
nach einem der Ansprüche 1 bis 22, gekennzeichnet
durch eine mindestens ein Formnest (15) aufwei-
sende Matrize (10) und einen mindestens einschich-
tigen Stempel (20).

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Dicke der Kernschicht (30)
kleiner oder gleich ist als oder wie die Tiefe der
Formnester (15).

25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch
gekennzeichnet, daß die Matrize (10) aus Nickel
bzw. Nickellegierungen besteht, das/die eine Vik-
kershärte von mindestens 200 HV (0,1) aufweist
bzw. aufweisen, und daß die Matrize (10) scharfe
Kanten zu den Formnestern (15) aufweist.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis
25, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (20)
und die obere Platte (21) des Stempels aus weichge-
glühtem Aluminium (bzw. Aluminiumlegierung) be-
steht, das (die) die Vickershärte 15 bis 45 HV (0,1)
aufweist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis
26, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (20)
und die obere Platte (21) des Stempels aus Elasto-
mer, EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Elastomer),
Silikon, Kautschuk bzw. Silikonkautschuk besteht,
der/die sich mit der geprägten Kern- und der ge-
prägten Mantelschicht (35, 45) nicht verbindet.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis
27, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel (20)
und die obere Platte (21) des Stempels (bzw. eine
Stempeloberfläche (25) auf dem Stempel) aus Poly-
imid oder Fluorkunststoff (bzw. aus einer Folie
oder Beschichtung aus Polyimid oder Fluorkun-
ststoff) besteht.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis
28, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempel oder
die obere Platte (21) des Stempels zur Umformung
der geprägten Kernschicht (35) eine Schicht aus
Mantelmaterial ist und zur Umformung der Man-

telschicht der untere Teil (22) des Stempels aus einem anderen Material besteht, so daß sich beim Umformen die geprägte Mantelschicht (45) mit der Kernschicht verbindet.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß als Stempel (20) zur Umformung der Mantelschicht (40) ein Material verwendet wird, das sich mit der geprägten Mantelschicht (45) verbindet und somit ein Substrat für die lichtleitende Struktur bildet.

5

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

